

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 632 608**

51 Int. Cl.:

**H04J 14/00** (2006.01)

**H04L 12/717** (2013.01)

**H04L 12/751** (2013.01)

**H04L 12/741** (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.04.2013 PCT/CN2013/074961**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.11.2014 WO14176729**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.04.2013 E 13883411 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2017 EP 2983317**

54 Título: **Método de control, controlador y nodo en una red de transporte**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**14.09.2017**

73 Titular/es:  
**HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)  
Huawei Administration Building, Bantian  
Longgang District , Shenzhen, Guangdong  
518129, CN**

72 Inventor/es:  
**LIN, YI**

74 Agente/Representante:  
**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 632 608 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Método de control, controlador y nodo en una red de transporte

### CAMPO TÉCNICO

5 Las realizaciones de la presente invención se refieren a tecnologías de comunicaciones y, en particular, a un método de control de red de transporte, a un controlador y a un nodo.

### ANTECEDENTES

10 Una función de una red de transporte es transportar un servicio para un usuario. La red de transporte puede utilizar múltiples tecnologías de transporte, tales como una jerarquía digital síncrona (Synchronous Digital Hierarchy, abreviado SDH), una red de transporte óptico (Optical Transport Network, abreviado OTN) y multiplexación por división de longitud de onda (Wavelength Division Multiplexing, abreviado WDM). Una red de transporte convencional es un sistema estático y la creación de caminos, mantenimiento, eliminación y similares en la red, necesitan todos ser configurados manualmente mediante el uso de un sistema de gestión de red. Con un aumento del crecimiento de los servicios de datos, tal modo de conexión no puede satisfacer los requerimientos dinámicos y flexibles impuestos por un usuario en un sistema de red óptica. Por lo tanto, el Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Sector, abreviado ITU-T), propone una arquitectura de red óptica conmutada automáticamente (Automatically Switched Optical Network, abreviado ASON). En la arquitectura, se añade un plano de control a una red óptica convencional para implementar una función de control automático de la red óptica. A continuación, el Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet (Internet Engineering Task Force, abreviado IETF) define, basado en el plano de control, una pila de protocolo de conmutación multiprotocolo mediante etiquetas (General Multi-Protocol Label Switching, abreviado GMPLS), la cual implementa funciones tales como descubrimiento automático de enlace, cálculo de camino y establecimiento automático de camino en una red mediante la ejecución de protocolos relacionados con la gestión del enlace, encaminamiento, señalización, y similares.

25 En la técnica anterior, el GMPLS distribuido se utiliza para controlar una red de transporte. Cada uno de los nodos ejecuta un protocolo de encaminamiento tal como Primer Camino Más Corto - Ingeniería de Tráfico (Open Shortest Path First-Traffic Engineering, abreviado OSPF-TE), y un protocolo de señalización, tal como el protocolo de reserva de recursos - Ingeniería de Tráfico (Resource Reservation Protocol-Traffic Engineering, abreviado RSVP-TE), para implementar el control de la red de transporte. Sin embargo, una vez que un operador necesita actualizar las funciones de control de nodos en una red (por ejemplo, la actualización para el uso de un nuevo algoritmo de encaminamiento o la actualización para soportar el control automático sobre la potencia óptica), necesitan ser actualizados planos de control (incluyendo un módulo de encaminamiento, un módulo de señalización y similares) de todos los nodos en toda la red, de forma que un proceso de actualización es bastante complejo, es probable que falle y tiene un alto riesgo.

35 El documento EP 2 352 261 A1 A proporciona un método de cálculo de camino que incluye: enviar un mensaje de petición de cálculo de camino a un elemento de cálculo de camino (PCE) después de recibir una petición de transmisión de servicio del lado del cliente, el mensaje de petición de cálculo de camino que transporta identificadores de un nodo origen y un nodo destino que accede a un servicio del lado del cliente y que transporta una restricción de concatenación de camino; y recibir el mensaje de respuesta de cálculo de camino que transporta información de camino devuelta por el PCE, la información de camino que se obtiene por el PCE a través del cálculo de acuerdo con los identificadores del nodo origen y del nodo destino que accede a un servicio del lado del cliente, la restricción de concatenación y las capacidades de concatenación de cada una de las interfaces de nodos en una red.

45 Además, el documento EP 2 544 417 A1 proporciona un sistema de comunicación capaz de definir un camino de flujo apropiado incluso cuando hay dos o más tipos de enlaces de aparatos de reenvío de paquetes que forman una red de comunicación. Los medios de almacenamiento de información del aparato de reenvío de paquetes almacenan, para cada uno de los aparatos de reenvío de paquetes, un identificador del aparato de reenvío de paquetes, un identificador de puerto de cada uno de los puertos del aparato de reenvío de paquetes y un tipo de enlace conectado a cada uno de los puertos del aparato de reenvío de paquetes. Cuando se recibe una nueva notificación de detección de flujo desde un aparato de reenvío de paquetes, los medios de determinación del tipo de enlace determinan un tipo de enlace a través del cual pasa un paquete recibido por el aparato de reenvío de paquetes, basado en el identificador del aparato de reenvío de paquetes y en el identificador de puerto incluido en la nueva notificación de detección de flujo, y la información almacenada en los medios de almacenamiento de información del aparato de reenvío de paquetes. Los medios de cálculo de camino calculan, entonces, un camino de comunicación para el paquete basado en la información de topología sobre el tipo de enlace determinado.

**SUMARIO**

Realizaciones de la presente invención proporcionan un método de control de red de transporte, un controlador, y un nodo, los cuales se usan para resolver problemas en una red de transporte en la que un proceso de actualización es complejo y tiene un alto riesgo.

5 De acuerdo con un primer aspecto, la presente invención proporciona un método de control de red de transporte, incluyendo:

recibir, por un controlador, un mensaje de petición de control de un camino;

10 determinar, por el controlador de acuerdo con la información de topología de una red de transporte y un comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte, por lo menos un nodo a través del cual pasa el camino en la red de transporte y por lo menos un comportamiento atómico que el por lo menos un nodo necesita ejecutar; y

15 enviar, por el controlador, un mensaje de configuración de camino que incluye el comportamiento atómico al por lo menos un nodo, de modo que cada uno de los nodos configura un plano de transporte para ejecutar el comportamiento atómico incluido en el mensaje, para, en consecuencia, implementar una función de transporte solicitada en el mensaje de petición de control;

donde el comportamiento atómico es una acción básica que forma una función que puede ser completada por un nodo,

20 y en donde la determinación, por el controlador de acuerdo con la información de topología de una red de transporte y un comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte, de por lo menos, un nodo a través del cual pasa el camino en la red de transporte y, por lo menos, un comportamiento atómico que el por lo menos un nodo necesita ejecutar comprende:

invocar, por el controlador, un complemento de control de acuerdo con el mensaje de petición de control, en donde el complemento de control se utiliza para calcular de acuerdo con la información de topología de la red de transporte, por lo menos, un nodo a través del cual pasa el camino; y

25 determinar, por el controlador de acuerdo con el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte, por lo menos, un comportamiento atómico que el por lo menos un nodo necesita ejecutar.

Con referencia al primer aspecto, en una primera manera posible de aplicación del primer aspecto, antes de recibir, por un controlador, un mensaje de petición de control de un camino, el método incluye además:

30 adquirir, por el controlador, la información de topología de la red de transporte y el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte.

35 Con referencia a la primera manera posible de aplicación del primer aspecto, en una segunda posible forma de ejecución del primer aspecto, la adquisición, por el controlador, de la información de topología de la red de transporte y el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte incluye:

recibir, por el controlador, la información de topología de la red de transporte y el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte que se introducen por un usuario; o

40 adquirir, por el controlador mediante el uso de un canal de control establecido con cada uno de los nodos en la red de transporte, la información de topología de la red de transporte y el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte.

Con referencia a la segunda manera posible de aplicación del primer aspecto, en una tercera posible forma de implementación del primer aspecto, la adquisición por el controlador, mediante el uso de un canal de control establecido con cada uno de los nodos en la red de transporte, de la información de topología de la red de transporte y el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte incluye:

45 establecer, por el controlador, el canal de control a cada uno de los nodos en la red de transporte; y

recoger, por el controlador, la información de topología de la red de transporte utilizando el canal de control y recibir, utilizando el canal de control, el comportamiento atómico que está soportado y es enviado por cada uno de los nodos en la red de transporte.

Con referencia a cualquiera del primero aspecto a la tercera posible forma de implementación del primer aspecto, en una cuarta posible forma de implementación del primer aspecto, el comportamiento atómico incluye: una ubicación configurable y un contenido configurable del comportamiento atómico; y

5 el envío, por el controlador, de un mensaje que incluye de manera correspondiente el comportamiento atómico de, por lo menos, un nodo, de modo que cada uno de los nodos ejecuta el comportamiento atómico incluido en el mensaje para configurar el plano de transporte, incluye:

10 enviar, por el controlador, un mensaje que incluye de manera correspondiente la ubicación configurable y el contenido configurable del comportamiento atómico de, por lo menos, un nodo, de manera que cada uno de los nodos configura el plano de transporte de acuerdo con la ubicación configurable y el contenido configurable del comportamiento atómico.

De acuerdo con un segundo aspecto, una realización de la presente invención proporciona un controlador, que incluye:

un módulo de recepción, configurado para recibir un mensaje de petición de control de un camino;

15 un módulo de determinación, configurado para determinar, de acuerdo con la información de topología de una red de transporte y un comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte, por lo menos, un nodo a través del cual pasa el camino en la red de transporte y, por lo menos, un comportamiento atómico que el por lo menos un nodo necesita ejecutar; y

20 un módulo de envío, configurado para enviar un mensaje de configuración de camino que incluye de manera correspondiente el comportamiento atómico de, por lo menos, un nodo, de manera que cada uno de los nodos configura un plano de transporte para ejecutar el comportamiento atómico incluido en el mensaje, para implementar una función de transporte solicitada en el mensaje de petición de control;

en donde el comportamiento atómico es una acción básica que forma una función que puede ser completada por un nodo;

y en donde el módulo de determinación incluye:

25 una unidad de invocación, configurada para invocar un complemento de control de acuerdo con el mensaje de petición de control, en donde el complemento de control se utiliza para calcular de acuerdo con la información de topología de la red de transporte, por lo menos, un nodo a través del cual pasa el camino; y

30 una unidad de determinación, configurada para determinar, de acuerdo con el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte, el por lo menos un comportamiento atómico que el por lo menos un nodo necesita ejecutar.

Con referencia al segundo aspecto, en una primera posible manera de implementación del segundo aspecto, el controlador incluye además:

un módulo de adquisición, configurado para adquirir la información de topología de la red de transporte y el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte.

35 Con referencia a la primera posible manera de implementación del segundo aspecto, en una segunda manera de posible implementación del tercer aspecto, el módulo de adquisición está configurado específicamente para recibir la información de topología de la red de transporte y el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte que son introducidos por un usuario;

40 adquirir, utilizando un canal de control establecido con cada uno de los nodos en la red de transporte, la información de topología de la red de transporte y el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte.

Con referencia a la segunda posible manera de implementación del segundo aspecto, en una tercera manera de posible implementación del segundo aspecto, el módulo de adquisición incluye:

45 una unidad de establecimiento, configurada para establecer el canal de control a cada uno de los nodos en la red de transporte;

una unidad de recogida, configurada para recoger la información de topología de la red de transporte utilizando el canal de control; y

una unidad receptora, configurada para recibir, utilizando el canal de control, el comportamiento atómico que está soportado y es enviado por cada uno de los nodos en la red de transporte.

5 Con referencia a cualquiera de los segundos aspectos de la tercera posible manera de implementación del segundo aspecto, en una cuarta posible manera de implementación del segundo aspecto, el mensaje de petición de control del camino incluye:

un mensaje de petición de establecimiento del camino, un mensaje de petición de modificación del camino, un mensaje de petición de eliminación del camino o un mensaje de petición de re-encaminamiento del camino.

10 Con referencia a uno cualquiera del segundo aspecto de la cuarta posible manera de implementación del segundo aspecto, en una quinta posible manera de implementación del segundo aspecto, el módulo de envío está configurado, específicamente, para enviar un mensaje el cual incluye de manera correspondiente una ubicación configurable y contenido configurable del comportamiento atómico de, por lo menos, un nodo, de manera que cada uno de los nodos configura el plano de transporte de acuerdo con la ubicación configurable y el contenido configurable del comportamiento atómico.

15 De acuerdo con las realizaciones de la presente invención, después de recibir una petición de control de un camino, un controlador determina de acuerdo con la información de la topología de una red de transporte y un comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte, por lo menos, un nodo a través del cual pasa el camino en la red de transporte y, por lo menos, un comportamiento atómico que el por lo menos un nodo necesita ejecutar; y envía un mensaje de configuración de camino que incluye el comportamiento atómico al por lo menos un nodo, de manera que cada uno de los nodos configura un plano de transporte para  
20 ejecutar el comportamiento atómico incluido en el mensaje. Por lo tanto, cuando la red de transporte necesita ser extendida para soportar una nueva función de control, ésta sólo necesita dar instrucciones a un nodo incluido en el camino para que ejecute un comportamiento atómico correspondiente. De esta manera, sin necesidad de actualizar cada uno de los nodos en un plano de control, se puede implementar rápidamente una nueva función y se puede reducir un riesgo de actualización.

## 25 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

Para describir las soluciones técnicas en las realizaciones de la presente invención o en la técnica anterior con más claridad, lo siguiente presenta brevemente los dibujos adjuntos necesarios para la descripción de las realizaciones o de la técnica anterior. Aparentemente, los dibujos que se acompañan en la siguiente descripción muestran algunas realizaciones de la presente invención y las personas con experiencia ordinaria en la técnica aún pueden derivar  
30 otros dibujos a partir de estos dibujos adjuntos sin esfuerzos creativos.

La FIG. 1 es un diagrama de flujo esquemático de la Realización 1 de un método de control de la red de transporte de acuerdo con la presente invención;

la FIG. 2 es un diagrama de flujo esquemático de la Realización 2 de un método de control de la red de transporte de acuerdo con la presente invención;

35 la FIG. 3A y FIG. 3B son un diagrama de flujo esquemático de la Realización 3 de un método de control de red de transporte según la presente invención;

la FIG. 4 es un diagrama de escenarios de la realización del método mostrada en la FIG. 3A y FIG. 3B;

la FIG. 5 es un diagrama de flujo esquemático de la Realización 5 de un método de control de la red de transporte según la presente invención;

40 la FIG. 6 es un diagrama de escenarios de la realización del método mostrada en FIG. 5;

la FIG. 7 es un diagrama de flujo esquemático de la Realización 7 de un método de control de la red de transporte de acuerdo con la presente invención;

la FIG. 8 es un diagrama estructural esquemático de la Realización 1 de un controlador de acuerdo con la presente invención;

la FIG. 9 es un diagrama estructural esquemático de la Realización 2 de un controlador de acuerdo con la presente invención;

la FIG. 10 es un diagrama estructural esquemático de la Realización 3 de un controlador de acuerdo con la presente invención;

5 la FIG. 11 es un diagrama estructural esquemático de la Realización 1 de un nodo de acuerdo con la presente invención;

la FIG. 12 es un diagrama estructural esquemático de la Realización 4 de un controlador de acuerdo con la presente invención; y

10 la FIG. 13 es un diagrama estructural esquemático de la Realización 2 de un nodo de acuerdo con la presente invención.

### DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES

15 Para aclarar más los objetivos, soluciones técnicas y ventajas de las realizaciones de la presente invención, a continuación se describe de manera clara y completa las soluciones técnicas en las realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos en las realizaciones de la presente invención. Apparently, las realizaciones descritas son algunas, pero no todas las realizaciones de la presente invención. Todas las demás realizaciones, obtenidas por personas con experiencia ordinaria en la técnica, basándose en las realizaciones de la presente invención, sin esfuerzos creativos, caerán dentro del alcance de protección de la presente invención.

La FIG. 1 es un diagrama de flujo esquemático de la Realización 1 de un método de control de la red de transporte de acuerdo con la presente invención. Como se muestra en la FIG. 1, el método incluye:

20 S101: Un controlador recibe un mensaje de petición de control de un camino. Específicamente, el mensaje de petición de control del camino se utiliza para solicitar diferentes funciones de transporte, que pueden ser, pero no se limitan a, un mensaje de petición de establecimiento del camino, un mensaje de petición de modificación del camino, un mensaje de petición de eliminación del camino o un mensaje de petición de re-encaminamiento del camino, en donde el mensaje de petición de modificación del camino puede ser una petición de modificación de un ancho de banda de camino, una petición de ajuste de potencia óptica de una de longitud de onda de camino o similares. Diferentes mensajes de petición de control corresponden a diferentes complementos de control para calcular, posteriormente, un nodo en el camino. Por ejemplo, el mensaje de petición de establecimiento tiene un correspondiente complemento de establecimiento de camino y el mensaje de petición de eliminación tiene un correspondiente complemento de eliminación de camino.

30 S102: El controlador determina de acuerdo con la información de topología de una red de transporte y un comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte, por lo menos un nodo a través del cual pasa el camino en la red de transporte, y por lo menos un comportamiento atómico que el por lo menos un nodo necesita ejecutar. El controlador puede calcular de acuerdo con un algoritmo específico, los nodos por los cuales pasa el camino en la red de transporte y un comportamiento atómico que cada uno de los nodos necesita ejecutar.

35 S103: El controlador envía un mensaje de configuración de camino que incluye el comportamiento atómico de por lo menos un nodo de manera correspondiente, de modo que cada uno de los nodos configura un plano de transporte para ejecutar el comportamiento atómico incluido en el mensaje, para implementar una función de transporte solicitada en el mensaje de petición de control. El mensaje de configuración de camino puede ser un mensaje openflow (OpenFlow, abreviado OF), es decir, un protocolo OF está extendido, y un mensaje de modificación de entrada de flujo (Modify Flow Entry) transporta un comportamiento atómico que un nodo necesita ejecutar; o puede ser un mensaje de lenguaje de marcado extensible (Extensible Markup Language, abreviado XML), es decir, se utiliza un XML para describir un comportamiento atómico que un nodo necesita ejecutar y se envía al nodo, mediante el uso de un protocolo basado en XML, un mensaje que transporta el comportamiento atómico que el nodo necesita ejecutar.

40 El comportamiento atómico es una acción básica que forma una función que puede ser completada por un nodo. Por ejemplo, una función de un nodo en una red de transporte es transportar una señal de cliente en la red. Un primer nodo de un servicio en la red de transporte necesita encapsular la señal de cliente, de modo que la señal de cliente puede ser transportada en la red de transporte; un nodo intermedio del servicio necesita establecer un cruce, de modo que la señal de cliente encapsulada puede ser transportada desde un canal de entrada especificado en un

puerto de entrada del nodo a un canal de salida especificado en un puerto de salida del nodo; y un último nodo del servicio tiene que desencapsular la señal de cliente. Además, para el transporte de la señal de cliente con seguridad, algunos nodos, además, necesitan vigilar y proteger el servicio. En este documento, una función de transporte de información de cliente en una red está formada por múltiples acciones básicas; Por ejemplo, el nodo intermedio establece un cruce antes mencionado, en donde el establecimiento de cruce es un comportamiento atómico.

De acuerdo con esta realización, después de recibir una petición de control de un camino, un controlador determina, de acuerdo con la información de topología de una red de transporte y un comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte, por lo menos, un nodo a través del cual pasa el camino en la red de transporte y, por lo menos, un comportamiento atómico que el por lo menos un nodo necesita ejecutar; y envía un mensaje de configuración de camino que incluye el comportamiento atómico al por lo menos un nodo, de modo que cada uno de los nodos configura un plano de transporte para ejecutar el comportamiento atómico incluido en el mensaje. Por lo tanto, cuando la red de transporte necesita ser extendida para soportar una nueva función de control, ésta sólo tiene que dar instrucciones a un nodo incluido en el camino para ejecutar un comportamiento atómico correspondiente. De esta manera, una nueva función puede ser implementada rápidamente y un riesgo de actualización puede ser reducido. Si se utiliza la técnica anterior, cada uno de los nodos en una red de transporte necesita ejecutar una función de control de un plano de control y cuando la red de transporte necesita ser extendida para soportar una nueva función de control, planos de control de todos los nodos en la red de transporte necesitan ser actualizados; un proceso de este tipo es bastante complejo, y cualquier fallo puede provocar un fallo de un proceso de actualización.

La red de transporte en esta realización de la presente invención puede ser una cualquiera de: una red SDH, una red óptica síncrona (Synchronous Optical Network, abreviado SONET), una red OTN, WDM y similares.

Además, antes de que el controlador reciba el mensaje de petición de control del camino en S101, el controlador necesita adquirir la información de topología de la red de transporte y el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte. Específicamente, hay dos maneras de adquisición: (1) el controlador recibe la información de topología de la red de transporte y el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte que se introducen por un usuario; y (2) el controlador adquiere, mediante el uso de un canal de control establecido con cada uno de los nodos en la red de transporte, la información de topología de la red de transporte y el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte. Si se utiliza de la manera anterior (2), específicamente, el controlador establece el canal de control con cada uno de los nodos en la red de transporte, a continuación, recoge la información de topología de la red de transporte utilizando el canal de control y recibe, utilizando el canal de control, el comportamiento atómico que está soportado y es enviado por cada uno de los nodos en la red de transporte. El controlador en la red de transporte puede aprender un estado de toda una red; y utilizando el canal de control, puede recopilar información de topología de toda la red y recibir un comportamiento atómico que está soportado y reportado activamente por cada uno de los nodos. El controlador mantiene la información. Si los comportamientos atómicos soportados por todos los nodos en la red de transporte son los mismos, el controlador puede mantener sólo una lista de comportamientos atómicos; o si los comportamientos atómicos soportados por todos los nodos en la red de transporte son diferentes, el controlador, además, necesita mantener, adicionalmente a una lista de comportamiento atómico, una correspondencia entre cada uno de los nodos y un comportamiento atómico, es decir, una correspondencia que muestra qué comportamientos atómicos están soportados por un nodo.

Cabe señalar que en esta realización de la presente invención, el comportamiento atómico puede incluir: una ubicación configurable y contenido configurable del comportamiento atómico. Por ejemplo, en un comportamiento atómico de "cruce SDH", ubicaciones configurables son un puerto de entrada de un nodo y una etiqueta SDH de entrada, y un puerto de salida de un nodo y una etiqueta SDH de salida; y el contenido configurable es para establecer o eliminar la conexión cruzada de tipo SDH unidireccional o bidireccional. Entonces, el controlador envía el mensaje que incluye el comportamiento atómico de manera correspondiente al por lo menos un nodo, de modo que cada uno de los nodos ejecuta el comportamiento atómico incluido en el mensaje para configurar el plano de transporte, que específicamente es como sigue: el controlador envía un mensaje que incluye la ubicación configurable y el contenido configurable del comportamiento atómico al por lo menos un nodo de manera correspondiente, de modo que cada uno de los nodos configura el plano de transporte de acuerdo con la ubicación configurable y el contenido configurable del comportamiento atómico. Después de que cada uno de los nodos completa la configuración, el contenido en el comportamiento atómico puede ser ejecutado.

La FIG. 2 es un diagrama de flujo esquemático de la Realización 2 de un método de control de la red de transporte de acuerdo con la presente invención. Como se muestra en la FIG. 2, el controlador determina de acuerdo con la información de topología de la red de transporte y el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte, el por lo menos un nodo a través del cual pasa el camino en la red de transporte y

el por lo menos un comportamiento atómico que el por lo menos un nodo necesita ejecutar en S102, que es específicamente como sigue:

5 S201: El controlador invoca un complemento de control de acuerdo con el mensaje de petición de control, en donde el complemento de control se utiliza para calcular, de acuerdo con la información de topología de la red de transporte, el por lo menos un nodo a través del cual pasa el camino.

10 Después de recibir el mensaje de petición de control del camino, el controlador adquiere un requerimiento del mensaje de petición de control e invoca un complemento de control de acuerdo con el requerimiento. Por ejemplo, cuando el mensaje de petición recibido por el controlador solicita establecer una protección N+R mixta y una función de control de restablecimiento, el controlador invoca de acuerdo con la petición, un complemento de control que tiene protección N+R mixta y función de control de restablecimiento. La protección N+R mixta y la función de control de restablecimiento, específicamente, es que: para un servicio, cuando el servicio falla por primera vez a la n-ésima vez, se habilita la protección 1+1 para el servicio; cuando el servicio falla para la  $(N+1)^{\text{ésima}}$  vez a la  $(N+R)^{\text{ésima}}$  vez, se habilita la recuperación de re-encaminamiento para el servicio; y cuando el servicio falla para la  $(N+R+1)^{\text{ésima}}$  vez, no se realiza la protección y restablecimiento en el servicio.

15 S202: El controlador determina, de acuerdo con el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte, el por lo menos un comportamiento atómico que el por lo menos un nodo necesita ejecutar.

20 Antes de S201, el controlador mantiene el complemento de control que está instalado mediante el uso de una interfaz de complemento de control. Específicamente, en esta realización, el complemento de control está instalado de antemano en el controlador. El controlador está dispuesto con una interfaz de instalación del complemento de control. Cuando la red de transporte necesita soportar una nueva función de control, un complemento de control relacionado es instalado mediante el uso de la interfaz de instalación del complemento de control en el controlador, y el complemento de control es mantenido por el controlador. Después de que se recibe el mensaje de petición de control, se selecciona un correspondiente complemento de control y se invoca para realizar una operación relacionada.

25 Mediante el uso de esta realización de la presente invención, en una red de transporte, una función completada por un nodo está indicada como múltiples comportamientos atómicos. Por lo tanto, cuando un nuevo complemento de control está diseñado para implementar una nueva función de control de un camino, un comportamiento atómico de un nodo en el camino no necesita ser cambiado, sólo los comportamientos atómicos existentes necesitan ser re-combinados.

30 Cabe señalar que el controlador recibe el mensaje de petición de control del camino en S101, puede incluir los siguientes tres casos: (1) el controlador recibe un mensaje de petición de control de un camino que está configurado por un gestor de red, es decir, recibe un comando del gestor de red; (2) el controlador recibe un mensaje de petición de control de un camino que es accionado por una capa de aplicación, es decir, el controlador recibe un accionamiento de servicio de una capa de aplicación de capa superior, por ejemplo, un controlador de centro de datos acciona un controlador de red de transporte para ejecutar un comando de establecimiento de camino, de forma que la red de transporte lleva la migración de datos entre centros de datos; y (3) el controlador recibe un mensaje de petición de control de un camino que es accionado por una red de transporte, es decir, recibe un accionamiento de servicio de una red de transporte de capa inferior del controlador, por ejemplo, un fallo de enlace de la capa de red desencadena la ejecución de una petición de re-encaminamiento del controlador de red de transporte.

35 La FIG. 3A y FIG. 3B son un diagrama de flujo esquemático de la Realización 3 de un método de control de red de transporte de acuerdo con la presente invención; y la FIG. 4 es un diagrama de escenarios de la realización del método mostrado en la FIG. 3A y FIG. 3B, el cual describe la anterior realización del método usando un ejemplo. Mediante el uso de una red de transporte OTN como un ejemplo, se supone que los comportamientos atómicos soportados por cada uno de los nodos en la red de transporte OTN incluyen: (1) un cruce ODU; (2) protección 1+1 de extremo origen; y (3) protección 1+1 de extremo receptor; y se supone que la red de transporte OTN necesita ser actualizada para que la red de transporte OTN soporte la protección N+R mixta y la función de restablecimiento control, en donde N y R son números enteros mayores o iguales que 1.

50 Refiriéndose a la FIG. 4, se incluye un controlador 10. El controlador 10 es un controlador de red de transporte. Hay cuatro nodos: un nodo A, un nodo B, un nodo C y un nodo D usado como un ejemplo, en donde una línea discontinua representa un canal de control, el cual se establece por el controlador 10 entre el controlador y cada uno de los nodos, y una línea continua representa un enlace entre los nodos y el nodo A es un nodo origen.

Como se muestra en la FIG. 3A y FIG. 3B, el método incluye:

- 5 S301: Un controlador adquiere la información de topología de una red de transporte y un comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte. Para un proceso de adquisición específico, se puede hacer referencia a la anterior realización del método y los detalles no se proporcionan de nuevo en el presente documento.
- S302: Instalar un nuevo complemento de control en el controlador y mantener el complemento de control. En este ejemplo, el complemento de control instalado es compatible con la anterior protección mixta N+R y la función de control de restablecimiento.
- 10 S303: El controlador recibe un mensaje de petición de control de un camino. En este ejemplo, se supone que el mensaje de petición de control es un comando enviado por un gestor de red y se utiliza para indicar que el servicio necesita protección mixta N+R y restablecimiento, y se supone que  $N = 2$  y  $R = 1$ .
- 15 S304: El controlador invoca un complemento de control correspondiente, de acuerdo con el mensaje de petición de control del camino y calcula un camino de un grupo de protección 1+1 para el servicio. Específicamente, se invoca un complemento de control instalado en S302. Refiriéndose a la FIG. 4, se supone que un camino de trabajo calculado es "del nodo A al nodo B" y un camino de protección es "del nodo A al nodo C al nodo B".
- 20 S305: El controlador determina comportamientos atómicos del nodo A, del nodo B y del nodo C de acuerdo con el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte, es decir, tiene que configurar los nodos por los cuales pasa el camino de trabajo y el camino de protección. En este ejemplo, el comportamiento atómico que el nodo A necesita ejecutar incluye: (1) un comportamiento atómico de "protección 1+1 de extremo origen", en donde las ubicaciones configurables son: un puerto de entrada de un nodo, un puerto de salida y una etiqueta ODU de salida que corresponden a un camino de trabajo del nodo, y un puerto de salida y una etiqueta ODU de salida que corresponden a un camino de protección del nodo; y el contenido configurable es para establecer un doble cruce de transmisión 1+1. El comportamiento atómico que el nodo B necesita ejecutar incluye:
- 25 (1) un comportamiento atómico de "protección 1+1 de extremo receptor", donde las ubicaciones configurables son: un puerto de entrada y una etiqueta ODU de entrada que corresponden a un camino de trabajo del nodo, un puerto de entrada y una etiqueta ODU de entrada que corresponden a un camino de protección del nodo, y un puerto de salida de un nodo; y el contenido configurable es para establecer un cruce de recepción selectivo 1+1.
- 30 S306: El controlador envía un mensaje de configuración de camino que incluye los comportamientos atómicos al nodo A, al nodo B y al nodo C, de modo que el nodo A, el nodo B y el nodo C configuran planos de transporte para ejecutar los comportamientos atómicos incluidos en el mensaje anterior, es decir, el comportamiento atómico configurado en S305 para cada uno de los nodos A, el nodo B y el nodo C. El plano de transporte es un plano en el cual se encuentra cada uno de los nodos en la red de transporte.
- 35 S307: El camino de trabajo o el camino de protección falla por primera vez, y un nodo origen o nodos en dos extremos de un enlace defectuoso envía un mensaje de fallo por primera vez al controlador, en donde el mensaje de fallo es equivalente al anterior mensaje de petición de control. En este ejemplo, se supone que el camino de trabajo falla y, específicamente, se supone que "del nodo A al nodo B" falla, en donde el nodo A envía un mensaje de fallo al controlador, el cual pertenece al anterior mensaje de petición de control del camino, el cual es accionado por la red de transporte.
- 40 S308: El controlador invoca un complemento de control de acuerdo con el mensaje de fallo por primera vez y determina cómo llevar a cabo la protección y el restablecimiento en el servicio. Específicamente, se invoca el complemento de control instalado en S302. Debido a que éste es el fallo por primera vez, se realiza protección 1+1 en el servicio de acuerdo con la "protección mixta N+R y función de control de restablecimiento", el servicio se conmuta al camino de protección "del nodo A al nodo C al nodo B", y el camino de protección cambia a un nuevo camino de trabajo; además, a fin de que aún puede llevarse a cabo protección 1+1 en el servicio cuando se produce un siguiente fallo ( $N = 2$ ), necesita ser establecido un nuevo camino de protección "del nodo A al nodo D al nodo B", para formar de nuevo protección 1+1 con el camino de protección original y el nuevo camino de protección puede ser calculado por el complemento de control. Opcionalmente, el controlador de red de transporte puede eliminar el camino de trabajo defectuoso.
- 45 S309: El controlador determina comportamientos atómicos del nodo A, del nodo B y del nodo D de acuerdo con el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte, en donde el nodo C no cambia y el comportamiento atómico del nodo C no necesita ser determinado. En este caso, los comportamientos atómicos que el nodo A necesita ejecutar incluyen: (1) un comportamiento atómico de "protección 1+1 de extremo
- 50

origen", en donde las ubicaciones configurables son: un puerto de entrada de un nodo, un puerto de salida y un etiqueta ODU de salida que corresponden a un camino de trabajo original del nodo (del nodo A al nodo B), y un puerto de salida y una etiqueta ODU de salida que corresponden a un camino de protección original del nodo (del nodo A al nodo C al nodo B, es decir, el nuevo camino de trabajo); y el contenido configurable es eliminar el doble cruce de transmisión 1+1; (2) un comportamiento atómico de "protección 1+1 de extremo origen", en donde las ubicaciones configurables son: un puerto de entrada de un nodo, un puerto de salida y una etiqueta ODU de salida que corresponden a un nuevo camino de trabajo del nodo (del nodo A al nodo C al nodo B, es decir, el camino de protección original), y un puerto de salida y una etiqueta ODU de salida que corresponden a un nuevo camino de protección del nodo (del nodo A al nodo D al nodo B); y el contenido configurable es establecer un doble cruce de transmisión 1+1. Los comportamientos atómicos que el nodo B necesita ejecutar incluyen: (1) un comportamiento atómico de "protección 1+1 de extremo origen", en donde las ubicaciones configurables son: un puerto de salida de un nodo, un puerto de entrada y una etiqueta ODU de entrada que corresponden al camino de trabajo original del nodo (A a B) y un puerto de entrada y una etiqueta ODU de entrada que corresponden al camino de protección original del nodo (del nodo A al nodo C al nodo B, es decir, el nuevo camino de trabajo); y el contenido configurable es para eliminar el cruce de recepción selectivo 1+1; (2) un comportamiento atómico de "protección 1+1 de extremo origen", en donde las ubicaciones configurables son: un puerto de salida de un nodo, un puerto de entrada y una etiqueta ODU de entrada que corresponden al nuevo camino de trabajo del nodo (del nodo A al nodo C al nodo B, es decir, el camino de protección original), y un puerto de entrada y una etiqueta ODU de entrada que corresponden al nuevo camino de protección del nodo (del nodo A al nodo D al nodo B); y el contenido configurable es para establecer un cruce de recepción selectivo 1+1. El comportamiento atómico que el nodo D necesita ejecutar incluye: (1) un comportamiento atómico de "cruce ODU", en donde las ubicaciones configurables son: un puerto de entrada y una etiqueta ODU de entrada que corresponden al nuevo camino de protección del nodo (del nodo A al nodo D al nodo B) y un puerto de salida y una etiqueta ODU de salida que corresponden al nuevo camino de protección del nodo (del nodo A al nodo D al nodo B); y el contenido configurable es para establecer una conexión cruzada de tipo ODU.

S310: El controlador envía un mensaje de configuración de camino que incluye los comportamientos atómicos al nodo A, al nodo B y al nodo D, de modo que el nodo A, el nodo B y el nodo D configuran planos de transporte para ejecutar los comportamientos atómicos incluidos en el mensaje anterior, es decir, el comportamiento atómico configurado en S309 para cada uno de los nodos A, el nodo B y el nodo D.

S311: Antes de que desaparezca el fallo por primera vez, el camino de trabajo o el camino de protección falla por segunda vez y el nodo origen o los nodos en los dos extremos del enlace defectuoso envían un mensaje de fallo por segunda vez al controlador, en donde el mensaje de fallo es equivalente al anterior mensaje de petición de control. En este ejemplo, se supone que el camino de trabajo falla y, específicamente, se supone que "del nodo A al nodo C" falla, en donde el nodo A envía un mensaje de fallo al controlador, el cual pertenece al anterior mensaje de petición de control del camino, el cual es accionado por la red de transporte.

S312: El controlador invoca un complemento de control de acuerdo con el mensaje de fallo por segunda vez y determina cómo realizar la protección y el restablecimiento en el servicio. Específicamente, es invocado el complemento de control instalado en S302 y, en este ejemplo,  $N = 2$  y  $R = 1$ . Debido a que éste es el fallo por segunda vez, se realiza protección 1+1 en el servicio de acuerdo con la "protección mixta N+R y función de control de restablecimiento", el servicio se conmuta al camino de protección "del nodo A al nodo D al nodo B" y el camino de protección cambia a un nuevo camino de trabajo. Debido a que cuando se produce un siguiente fallo ( $N + R = 3$ ), sólo es necesario iniciar un re-encaminamiento para realizar el restablecimiento y, en este caso, no necesita ser establecido de antemano un camino de protección para el próximo fallo. Opcionalmente, el controlador de red de transporte puede eliminar el camino de trabajo defectuoso.

S313: Retirar un cruce del nodo C y, a continuación, el controlador determina un comportamiento atómico del nodo C de acuerdo con el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte. En este caso, el comportamiento atómico que el nodo C necesita ejecutar incluye: (1) un comportamiento atómico de "cruce ODU", en donde las ubicaciones configurables son: una etiqueta ODU de entrada que corresponde al camino de trabajo original del nodo (del nodo A al nodo C al nodo B) y un puerto de salida y una etiqueta ODU de salida que corresponden al camino de trabajo original del nodo (del nodo A al nodo C al nodo B); y el contenido configurable es eliminar la conexión cruzada de tipo ODU. Si no se elimina el cruce del nodo C, el nodo C no necesita ejecutar el comportamiento atómico.

Cabe señalar que S313 es opcional, si se realiza S313, realizar S314; si no se realiza S313, realizar directamente S315 una vez finalizado S312.

S314: El controlador envía un mensaje de configuración de camino que incluye el comportamiento atómico al nodo C, de modo que el nodo C configura un plano de transporte para ejecutar el comportamiento atómico incluido en el

mensaje, es decir, el comportamiento atómico configurado para el nodo C en S313. Si el nodo C no necesita realizar el correspondiente comportamiento atómico en S313, el mensaje de configuración de camino no necesita ser enviado al nodo C.

- 5 S315: Antes de que desaparezcan el fallo por primera vez y el fallo por segunda vez, el camino de trabajo o el camino de protección falla por tercera vez y el nodo origen o los nodos en los dos extremos del enlace defectuoso envían un mensaje de fallo por tercera vez al controlador, en donde el mensaje de fallo es equivalente al anterior mensaje de petición de control. En este ejemplo, se supone que el camino de trabajo falla y, específicamente, se supone que "del nodo D al nodo B" falla, en donde el nodo A o el nodo D envían un mensaje de fallo al controlador, el cual pertenece al anterior mensaje de petición de control del camino que es accionado por la red de transporte.
- 10 S316: El controlador invoca un correspondiente complemento de control de acuerdo con el mensaje de fallo por tercera vez y determina cómo realizar la protección y el restablecimiento en el servicio. Específicamente, es invocado el complemento de control instalado en S302 y, en este ejemplo,  $N = 2$ , y  $R = 1$ . Debido a que éste es el fallo por tercera vez, se realiza un restablecimiento de re-encaminamiento en el servicio de acuerdo con la "protección mixta  $N+R$  y función de control de restablecimiento". El complemento de control invocado calcula un nuevo camino de trabajo "del nodo A al nodo D al nodo C al nodo B" para el servicio. Opcionalmente, el controlador de red de transporte puede eliminar el camino de trabajo defectuoso.
- 15 S317: El controlador determina comportamientos atómicos del nodo B, del nodo C y del nodo D de acuerdo con el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte. Los comportamientos atómicos que el nodo D necesita ejecutar incluyen: (1) un comportamiento atómico de "cruce ODU", en donde las ubicaciones configurables son: un puerto de entrada y una etiqueta ODU de entrada que corresponden al camino de trabajo original del nodo (del nodo A al nodo D al nodo B) y un puerto de salida y una etiqueta ODU de salida que corresponden al camino de trabajo original del nodo (del nodo A al nodo D al nodo B); y el contenido configurable es para eliminar la conexión cruzada de tipo ODU; y (2) un comportamiento atómico de "cruce ODU", en donde las ubicaciones configurables son: un puerto de entrada y una etiqueta ODU de entrada que corresponden al nuevo camino de trabajo del nodo (del nodo A al nodo D al nodo C al nodo B) y un puerto de salida y una etiqueta ODU de salida que corresponden al nuevo camino de trabajo del nodo (del nodo A al nodo D al nodo C al nodo B); y el contenido configurable es para establecer una conexión cruzada de tipo ODU. El comportamiento atómico que el nodo C necesita ejecutar incluye: (1) un comportamiento atómico de "cruce ODU", en donde las ubicaciones configurables son: un puerto de entrada y una etiqueta ODU de entrada que corresponden al nuevo camino de trabajo del nodo (del nodo A al nodo D al nodo C al nodo B) y un puerto de salida y una etiqueta ODU de salida que corresponden al nuevo camino de trabajo del nodo (del nodo A al nodo D al nodo C al nodo B); y el contenido configurable es para establecer una conexión cruzada de tipo ODU. Los comportamientos atómicos que el nodo B necesita ejecutar incluyen: (1) un comportamiento atómico de "cruce ODU", en donde las ubicaciones configurables son: un puerto de entrada y una etiqueta ODU de entrada que corresponden al camino de trabajo original del nodo (del nodo A al nodo D al nodo B) y un puerto de salida de un nodo; y el contenido configurable es para eliminar la conexión cruzada de tipo ODU; y (2) un comportamiento atómico de "cruce ODU", en donde las ubicaciones configurables son: un puerto de entrada y una etiqueta ODU de entrada que corresponden al nuevo camino de trabajo del nodo (del nodo A al nodo D al nodo C al nodo B) y un puerto de salida de un nodo; y el contenido configurable es para establecer una conexión cruzada de tipo ODU.
- 20 S318: El controlador envía un mensaje de configuración de camino que incluye los comportamientos atómicos al nodo D, al nodo C y al nodo B, para que el nodo D, el nodo C y el nodo B configuren un plano de transporte para ejecutar los comportamientos atómicos incluidos en el mensaje anterior, es decir, el comportamiento atómico configurado para cada uno de los nodos D, el nodo C y el nodo B en S317.
- 25
- 30
- 35
- 40

45 La FIG. 5 es un diagrama de flujo esquemático de la Realización 5 de un método de control de red de transporte de acuerdo con la presente invención; y la FIG. 6 es un diagrama de escenarios de la realización del método mostrado en la FIG. 5, el cual describe la anterior realización del método usando un ejemplo. Mediante el uso de una red de transporte WDM como un ejemplo, se supone que los comportamientos atómicos soportados por cada uno de los nodos en la red de transporte WDM incluyen: (1) un cruce de longitud de onda; y (2) ajuste de potencia óptica, en donde se supone en este documento que en una red de transporte WDM original, los datos necesitan ser

50 monitorizados de acuerdo con la potencia óptica real, para asignar un camino de longitud de onda en la red de transporte WDM en una manera de detección hasta que las longitudes de onda en los enlaces alcancen el equilibrio a un cierto grado. Actualmente, la red de transporte WDM necesita ser actualizada, de forma que la red de transporte WDM puede calcular directamente un valor de la potencia óptica de cada uno de los caminos de longitud de onda de acuerdo con un modelo de daño de cada uno de los nodos.

55 Refiriéndose a la FIG. 6, se incluye un controlador 10. El controlador 10 es un controlador de red de transporte. Existen cuatro nodos: un nodo E, un nodo F, un nodo G y un nodo H, usado como un ejemplo, en donde una línea

discontinua representa un canal de control, el cual se establece por el controlador 10, entre el controlador y cada uno de los nodos y una línea continua representa un enlace entre los nodos y el nodo A es un nodo origen. En este ejemplo, se supone que un camino de longitud de onda "el nodo E al nodo F al nodo G" ya ha existido en la red de transporte WDM, el cual utiliza una longitud de onda de  $\lambda_1$  y una potencia fotoemisora de un puerto de una onda superior  $\lambda_1$  en el nodo E del camino de longitud de onda, es P1 (puesto que hay daños en la red WDM, en el nodo F y en el nodo G la potencia óptica de  $\lambda_1$  ha cambiado y no es igual a P1).

Como se muestra en la FIG. 5, el método incluye:

S501: Un controlador adquiere información de topología de una red de transporte y un comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte. Para un proceso de adquisición específico, se puede hacer referencia a la anterior realización del método y los detalles no se proporcionan de nuevo en el presente documento.

S502: Instalar un nuevo complemento de control en el controlador y mantener el complemento de control. En este ejemplo, el complemento de control instalado puede calcular un valor de la potencia óptica adecuado para un camino de longitud de onda de acuerdo con un modelo de daño de cada uno de los nodos en la red de transporte WDM.

S503: El controlador recibe una petición de control de un camino, en donde la petición de control del camino indica el establecimiento de un camino de longitud de onda entre el nodo F y el nodo H.

S504: El controlador invoca un correspondiente complemento de control de acuerdo con la petición de control del camino, calcula el camino de longitud de onda que se solicita para ser establecido y asigna una longitud de onda. Se supone que un resultado del cálculo es "del nodo F al nodo G al nodo H" y la longitud de onda es  $\lambda_2$ .

S505: El controlador calcula un valor de potencia óptica de un camino de longitud de onda en la red de transporte WDM utilizando el complemento de control. En este ejemplo, puesto que el camino de longitud de onda existente "del nodo E al nodo F al nodo G" y el camino de longitud de onda "del nodo F al nodo G al nodo H" que se solicita para ser establecido, pasa a través de un mismo enlace "del nodo F al nodo G", debe ser considerado el equilibrio de la potencia óptica de dos longitudes de onda en el enlace "del nodo F al nodo G". Se supone que un resultado de la potencia óptica que se calcula por el controlador de acuerdo con el modelo de daño de cada uno de los nodos es el siguiente: la potencia fotoemisora del nuevo camino de longitud de onda "del nodo F al nodo G al nodo H" de un puerto de onda superior  $\lambda_2$  en el primer nodo F, es P2 y la potencia fotoemisora del camino de longitud de onda original "del nodo E al nodo F al nodo G" en el puerto de onda superior  $\lambda_1$  en el primer nodo E, es ajustado a P3.

Cabe señalar que S504 y S505 pueden realizarse simultáneamente.

S506: El controlador determina comportamientos atómicos del nodo E, del nodo F, del nodo G y del nodo H, de acuerdo con el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte, es decir, necesita configurar los nodos por los que pasa a través un camino de trabajo y un camino de protección. En este ejemplo, el comportamiento atómico que el nodo E necesita ejecutar incluye: (1) un comportamiento atómico de "ajuste de potencia óptica", en donde una ubicación configurable es: el puerto de onda superior  $\lambda_1$  en el nodo E del camino de longitud de onda original "del nodo E al nodo F al nodo G"; y el contenido configurable es para ajustar la potencia fotoemisora a P3. Los comportamientos atómicos que el nodo F necesita ejecutar incluyen: (1) un comportamiento atómico de "cruce de longitud de onda", en donde una ubicación configurable es: el puerto de onda superior  $\lambda_2$  en el nodo F del nuevo camino de longitud de onda "del nodo F al nodo G al nodo H"; y el contenido configurable es para establecer una conexión cruzada de tipo de longitud de onda; y (2) un comportamiento atómico de "ajuste de potencia óptica", en donde una ubicación configurable es: el puerto de onda superior  $\lambda_2$  en el nodo F del nuevo camino de longitud de onda "del nodo F al nodo G al nodo H"; y el contenido configurable es para ajustar la potencia fotoemisora a P2. El comportamiento atómico que el nodo G necesita ejecutar incluye: (1) un comportamiento atómico de "cruce de longitud de onda", en donde las ubicaciones configurables son: un puerto de entrada y una longitud de onda  $\lambda_2$  de entrada que corresponden al nuevo camino de longitud de onda "del nodo F al nodo G al nodo H" y un puerto de salida y una longitud de onda  $\lambda_2$  de salida que corresponden al camino; y el contenido configurable es para establecer una conexión cruzada de tipo de longitud de onda. El comportamiento atómico que el nodo H necesita ejecutar incluye: (1) un comportamiento atómico de "cruce de longitud de onda", en donde la ubicaciones configurables son: un puerto de entrada y una longitud de onda  $\lambda_2$  de entrada que corresponden al nuevo camino de longitud de onda "del nodo F al nodo G al nodo H" y un puerto de onda baja  $\lambda_2$  en el nodo H del camino; y el contenido configurable es para establecer una conexión cruzada de tipo de longitud de onda.

5 S507: El controlador envía un mensaje de configuración de camino que incluye los comportamientos atómicos al nodo E, al nodo F, al G nodo y al nodo H, de modo que el nodo E, el nodo F, el nodo G y nodo H, configuran planos de transporte para ejecutar los comportamientos atómicos incluidos en el mensaje, es decir, el comportamiento atómico configurado para cada uno de los nodos E, el nodo F, el nodo G y el nodo H, en S506. El plano de transporte es un plano en el cual se encuentra cada uno de los nodos en la red de transporte.

10 En esta realización, una función completa se descompone en múltiples comportamientos atómicos. Cuando una red de transporte necesita ser extendida para soportar una nueva función de control, ésta sólo necesita invocar un correspondiente complemento de control pre-instalado. Los nodos a través de los cuales pasa un camino se calculan utilizando el complemento de control y entonces un controlador determina, de acuerdo con un comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte, comportamientos atómicos que los nodos a través de los cuales pasa el camino necesita ejecutar e instruye a los nodos para ejecutar correspondientes comportamientos atómicos. No hay ninguna necesidad de un comportamiento atómico de cada uno de los nodos, pero sólo se necesita volver a combinar los comportamientos atómicos soportados por los nodos. De esta manera, una nueva función puede ser implementada rápidamente y un riesgo de actualización puede ser reducido.

15 La FIG. 7 es un diagrama de flujo esquemático de la Realización 7 de un método de control de la red de transporte de acuerdo con la presente invención. El método puede ser ejecutado por cualquier nodo en los nodos a través de los cuales pasa un camino determinado por el controlador anterior y el método incluye:

20 S701: un nodo recibe un mensaje de configuración de camino que se envía por un controlador e incluye un comportamiento atómico. El controlador invoca un correspondiente complemento de control de acuerdo con un mensaje de petición de control de un camino y calcula los nodos a través de los cuales pasa el camino; y el controlador determina los comportamientos atómicos que los nodos necesitan ejecutar, utiliza el mensaje de configuración camino para transportar un comportamiento atómico que un nodo necesita ejecutar y envía el mensaje de configuración de camino al nodo correspondiente.

25 S702: El nodo configura un plano de transporte de acuerdo con el mensaje de configuración de camino y ejecuta el comportamiento atómico incluido en el mensaje. Un plano en el cual está situado el nodo es el plano de transporte. Después de recibir el mensaje de configuración de camino, el nodo completa su propia configuración, es decir, puede ejecutar el comportamiento atómico en el mensaje.

30 Además, si el controlador adquiere automáticamente un comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte, antes de S701, el nodo envía un comportamiento atómico soportado al controlador mediante el uso de un canal de control entre el nodo y el controlador.

35 En esta realización, un nodo recibe un mensaje de configuración de camino que se envía por un controlador e incluye un comportamiento atómico y ejecuta el comportamiento atómico en el mensaje. De esta manera, en un proceso de actualización de una red de transporte, un nodo determinado en un camino sólo se tiene que volver a combinar de acuerdo con una instrucción, comportamientos atómicos soportados por el nodo y otras funciones del nodo no necesitan ser cambiados. Por ejemplo, cuando se implementa una función, el nodo completa un comportamiento atómico, es decir, encapsulación y, en otra función, el nodo completa un comportamiento atómico, es decir, desencapsulación. El nodo soporta originalmente los dos comportamientos atómicos: encapsulación y desencapsulación. Mediante el uso de esta realización de la presente invención, ésta sólo necesita dar instrucciones al nodo de qué comportamiento atómico ejecutar. Sin embargo, si se utiliza la técnica anterior, ésta necesita volver a configurar una función entera del nodo.

40 La FIG. 8 es un diagrama estructural esquemático de la Realización 1 de un controlador de acuerdo con la presente invención. Como se muestra en la FIG. 8, el controlador incluye: un módulo de recepción 801, un módulo de determinación 802 y un módulo de envío 803.

45 El módulo de recepción 801 está configurado para recibir un mensaje de petición de control de un camino; el módulo de determinación 802 está configurado para determinar, de acuerdo con la información de topología de una red de transporte y un comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte, por lo menos un nodo a través del cual pasa el camino en la red de transporte y por lo menos un comportamiento atómico que el por lo menos un nodo necesita ejecutar; y el módulo de envío 803 está configurado para enviar un mensaje de configuración de camino que incluye el comportamiento atómico correspondientemente al por lo menos un nodo, de manera que cada uno de los nodos configura un plano de transporte para ejecutar el comportamiento atómico incluido en el mensaje, para implementar una petición de función de transporte en el mensaje de petición de control; en donde el comportamiento atómico es una acción básica que forma una función que puede ser completada por un nodo.

Los módulos anteriores pueden ejecutar las realizaciones anteriores del método. Principios de ejecución de los mismos son similares y los detalles no se proporcionan de nuevo en el presente documento.

5 En esta realización, después de recibir una petición de control de un camino, un controlador determina de acuerdo con la información de topología de una red de transporte y un comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte, por lo menos, un nodo a través del cual pasa el camino en la red de transporte y, por lo menos, un comportamiento atómico que el por lo menos un nodo necesita ejecutar; y envía un mensaje de configuración de camino que incluye el comportamiento atómico al por lo menos un nodo, de modo que cada uno de los nodos configura un plano de transporte para ejecutar el comportamiento atómico incluido en el mensaje. Por lo tanto, cuando la red de transporte necesita ser extendida para soportar una nueva función de control, ésta sólo tiene que dar instrucciones a un nodo incluido en el camino para ejecutar un comportamiento atómico correspondiente. De esta manera, una nueva función puede ser implementada rápidamente y se puede reducir un riesgo de actualización.

15 La FIG. 9 es un diagrama estructural esquemático de la Realización 2 de un controlador de acuerdo con la presente invención. Como se muestra en la FIG. 9 sobre la base de la FIG. 8, el controlador incluye además: un módulo de adquisición 804, configurado para adquirir la información de topología de la red de transporte y el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte.

20 Además, el módulo de adquisición 804 está configurado específicamente para recibir la información de topología de la red de transporte y el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte que se introducen por un usuario; o para adquirir, mediante el uso de un canal de control establecido con cada uno de los nodos en la red de transporte, la información de topología de la red de transporte y el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte.

Con referencia a la FIG. 9, más específicamente, el módulo de adquisición 804 incluye: una unidad de establecimiento 901, una unidad de recogida 902 y una unidad de recepción 903.

25 La unidad de establecimiento 901 está configurada para establecer el canal de control a cada uno de los nodos en la red de transporte; y la unidad de recogida 902 está configurada para recoger la información de topología de la red de transporte mediante el canal de control; y la unidad de recepción 903 está configurada para recibir, mediante el uso del canal de control, el comportamiento atómico que está soportado y enviado por cada uno de los nodos en la red de transporte.

30 Los módulos y/o las unidades anteriores pueden ejecutar las realizaciones anteriores del método. Principios de ejecución de los mismos son similares y los detalles no se proporcionan de nuevo en el presente documento.

La FIG. 10 es un diagrama estructural esquemático de la Realización 3 de un controlador de acuerdo con la presente invención. Sobre la base de la FIG. 9, el módulo de determinación 802 en el controlador incluye: una unidad de invocación 110 y una unidad de determinación 120.

35 La unidad de invocación 110 está configurada para invocar un complemento de control de acuerdo con el mensaje de petición de control, en donde el complemento de control se utiliza para calcular, de acuerdo con la información de topología de la red de transporte, el por lo menos un nodo a través del cual pasa el camino; y la unidad de determinación 120 está configurada para determinar, de acuerdo con el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte, el por lo menos un comportamiento atómico que el por lo menos un nodo necesita ejecutar.

40 Con referencia a la FIG. 10, el controlador incluye, además, un módulo de mantenimiento 805, configurado para mantener el complemento de control que está instalado mediante el uso de una interfaz de complemento de control.

45 Además, el módulo de recepción 801 está configurado específicamente para recibir un mensaje de petición de control de un camino que está configurado por un gestor de red; o recibir un mensaje de petición de control de un camino que es accionado por una capa de aplicación; o recibir un mensaje de petición de control de un camino que es accionado por una red de transporte.

El módulo de envío 803 está configurado específicamente para enviar un mensaje que incluye una ubicación configurable y el contenido configurable del comportamiento atómico para el por lo menos un nodo correspondientemente, de modo que cada uno de los nodos configura el plano de transporte de acuerdo con la ubicación configurable y el contenido configurable del comportamiento atómico.

Cabe señalar que en esta realización, el mensaje de petición de control del camino incluye pero no se limita a un mensaje de petición de establecimiento del camino, un mensaje de petición de modificación del camino, un mensaje de petición de eliminación del camino, o un mensaje de petición de re-encaminamiento del camino.

El mensaje de configuración de camino es un mensaje OF o un mensaje XML.

- 5 La red de transporte puede ser cualquiera de las siguientes: una red SDH, una red SONET, una red OTN, WDM y similares.

Los módulos y/o unidades anteriores pueden ejecutar las realizaciones anteriores del método. Principios de ejecución de los mismos son similares y los detalles no se proporcionan de nuevo en el presente documento.

- 10 La FIG. 11 es un diagrama estructural esquemático de la Realización 1 de un nodo de acuerdo con la presente invención. El nodo es cualquier nodo de los nodos determinados por un controlador a través de los cuales pasa un camino. Como se muestra en la FIG. 11, el nodo incluye: un módulo de recepción 111 y un módulo de ejecución 112.

- 15 El módulo de recepción 111 está configurado para recibir un mensaje de configuración de camino que se envía por un controlador e incluye un comportamiento atómico; y el módulo de ejecución 112 está configurado para configurar un plano de transporte de acuerdo con el mensaje de configuración de camino y ejecutar el comportamiento atómico incluido en el mensaje.

Además, el nodo incluye, además, un módulo de envío 113, configurado para enviar un comportamiento atómico soportado al controlador mediante el uso de un canal de control entre el nodo y el controlador.

- 20 Los módulos y/o las unidades anteriores pueden ejecutar las realizaciones anteriores del método. Principios de ejecución de los mismos son similares y los detalles no se proporcionan de nuevo en el presente documento.

La FIG. 12 es un diagrama estructural esquemático de la Realización 4 de un controlador de acuerdo con la presente invención. Como se muestra en la FIG. 12, el controlador incluye: un receptor 121, un procesador 122, y un transmisor 123.

- 25 El receptor 121 está configurado para recibir un mensaje de petición de control de un camino; el procesador 122 está configurado para determinar, de acuerdo con la información de topología de una red de transporte y un comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte, por lo menos, un nodo a través del cual pasa el camino en la red de transporte y, por lo menos, un comportamiento atómico que el por lo menos un nodo necesita ejecutar; y el transmisor 123 está configurado para enviar un mensaje de configuración de camino que incluye el comportamiento atómico al por lo menos un nodo de manera correspondiente, de modo que cada uno de los nodos configura un plano de transporte para ejecutar el comportamiento atómico incluido en el mensaje, para implementar una petición de función de transporte en el mensaje de petición de control; en donde hay que señalar que el comportamiento atómico es una acción básica que forma una función que puede ser completada por un nodo.

- 35 Además, el procesador 122 está configurado, además, para adquirir la información de topología de la red de transporte y el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte.

- 40 El procesador 122 está configurado específicamente para recibir la información de topología de la red de transporte y el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte que se introducen por un usuario; o para adquirir, mediante el uso de un canal de control establecido con cada uno de los nodos en la red de transporte, la información de topología de la red de transporte y el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte.

Además, el procesador 122 está configurado específicamente para establecer el canal de control a cada uno de los nodos en la red de transporte y recoger la información de topología de la red de transporte mediante el canal de control; y, en este caso, el receptor 121 está configurado, además, para recibir mediante el uso del canal de control el comportamiento atómico que se soporta y enviado por cada uno de los nodos en la red de transporte.

- 45 El procesador 122 está más específicamente configurado para invocar un complemento de control de acuerdo con el mensaje de petición de control, en donde el complemento de control se utiliza para calcular, de acuerdo con la información de topología de la red de transporte, el por lo menos un nodo a través del cual pasa el camino; y

determinar, de acuerdo con el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte, el por lo menos un comportamiento atómico que el por lo menos un nodo necesita ejecutar.

Adicionalmente, el procesador 122 está configurado, además, para mantener el complemento de control que está instalado mediante el uso de una interfaz de complemento de control.

- 5 El receptor 121 está configurado específicamente para recibir un mensaje de petición de control de un camino que está configurado por un gestor de red; o recibir un mensaje de petición de control de un camino que es accionado por una capa de aplicación; o recibir un mensaje de petición de control de un camino que es accionado por una red de transporte.

- 10 Cabe señalar que el mensaje de petición de control del camino incluye: un mensaje de petición de establecimiento del camino, un mensaje de petición de modificación del camino, un mensaje de petición de eliminación del camino, un mensaje de petición de re-encaminamiento del camino o similares. El mensaje de configuración de camino es un mensaje OF o un mensaje XML. La red de transporte incluye cualquiera de las siguientes: una red SDH, una red SONET, una red OTN, WDM y similares.

- 15 El transmisor 123 está configurado específicamente para enviar un mensaje que incluye una ubicación configurable y el contenido configurable del comportamiento atómico al por lo menos un nodo correspondientemente, de modo que cada uno de los nodos configura el plano de transporte de acuerdo con la ubicación configurable y el contenido configurable del comportamiento atómico.

El controlador anterior puede ejecutar las realizaciones anteriores del método. Principios de ejecución de los mismos son similares y los detalles no se proporcionan de nuevo en el presente documento.

- 20 En esta realización, después de recibir una petición de control de un camino, un controlador determina, de acuerdo con la información de topología de una red de transporte y un comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte, por lo menos un nodo a través del cual pasa el camino en la red de transporte y por lo menos un comportamiento atómico que el por lo menos un nodo necesita ejecutar; y envía un mensaje de configuración de camino que incluye el comportamiento atómico al por lo menos un nodo, de modo que cada uno de los nodos configura un plano de transporte para ejecutar el comportamiento atómico incluido en el mensaje. Por lo tanto, cuando la red de transporte necesita ser extendida para soportar una nueva función de control, ésta sólo tiene que dar instrucciones a un nodo incluido en el camino para ejecutar un comportamiento atómico correspondiente. De esta manera, una nueva función puede ser implementada rápidamente y se puede reducir un riesgo de actualización.

- 30 La FIG. 13 es un diagrama estructural esquemático de la Realización 2 de un nodo de acuerdo con la presente invención. El nodo es cualquier nodo de los nodos determinados por un controlador a través del cual pasa un camino. Como se muestra en la FIG. 13, el nodo incluye: un receptor 131 y un procesador 132.

- 35 El receptor 131 está configurado para recibir un mensaje de configuración de camino que se envía por un controlador e incluye un comportamiento atómico; y el procesador 132 está configurado para configurar un plano de transporte de acuerdo con el mensaje de configuración de camino y ejecutar el comportamiento atómico incluido en el mensaje.

Además, con referencia a la FIG. 13, el nodo incluye además: un transmisor 133. En concreto, el transmisor 133 está configurado para enviar un comportamiento atómico soportado al controlador mediante el uso de un canal de control entre el nodo y el controlador.

- 40 Las personas con experiencia ordinaria en la técnica pueden entender que todos o algunos de los pasos de las realizaciones anteriores del método pueden ser implementados por un programa dando instrucciones al hardware pertinente. El programa anterior se puede almacenar en un medio de almacenamiento legible por ordenador. Cuando se ejecuta el programa, se realizan los pasos de las realizaciones anteriores del método. El medio de almacenamiento anterior incluye: cualquier medio que puede almacenar código de programa, tal como una ROM, una RAM, un disco magnético o un disco óptico.

- 45 Por último, cabe señalar que las realizaciones anteriores están destinadas meramente para describir las soluciones técnicas de la presente invención, pero no son para limitar la presente invención. Aunque la presente invención se describe en detalle con referencia a las realizaciones anteriores, las personas con experiencia ordinaria en la técnica deben entender que todavía pueden hacer modificaciones en las soluciones técnicas descritas en las realizaciones anteriores o hacer sustituciones equivalentes de algunas o todas las características técnicas de los mismos; sin

embargo, estas modificaciones o sustituciones no hacen que la esencia de las correspondientes soluciones técnicas se aparten del alcance de las soluciones técnicas en las realizaciones de la presente invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método de control de red de transporte, que comprende:

recibir (S101), por un controlador, un mensaje de petición de control de un camino;

5 determinar (S102) por el controlador, de acuerdo con la información de topología de una red de transporte y un comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte, por lo menos un nodo a través del cual pasa el camino en la red de transporte y por lo menos un comportamiento atómico que el por lo menos un nodo necesita ejecutar; y

10 enviar (S103), por el controlador, un mensaje de configuración de camino que comprende un comportamiento atómico al por lo menos un nodo de manera correspondiente, de manera que cada uno de los nodos configura un plano de transporte para ejecutar el comportamiento atómico comprendido en el mensaje, para implementar una función de transporte solicitada en el mensaje de petición de control;

en donde el comportamiento atómico es una acción básica que forma una función que puede ser completada por un nodo;

15 y en el que se determina (S102) por el controlador, de acuerdo con la información de topología de una red de transporte y un comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte, por lo menos un nodo a través del cual pasa el camino en la red de transporte y por lo menos un comportamiento atómico que el por lo menos un nodo necesita ejecutar comprende:

20 invocar (S201), por el controlador, un complemento de control de acuerdo con el mensaje de petición de control, en donde el complemento de control se utiliza para calcular, de acuerdo con la información de topología de la red de transporte por lo menos un nodo a través del cual pasa el camino; y

determinar (S202) por el controlador, de acuerdo con el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte, por lo menos un comportamiento atómico que el por lo menos un nodo necesita ejecutar.

25 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, antes de recibir (S101), por un controlador, un mensaje de petición de control de un camino, que comprende además:

adquirir por el controlador la información de topología de la red de transporte y el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte.

30 3. El método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la adquisición por el controlador de la información de topología de la red de transporte y del comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte comprende:

recibir por el controlador la información de topología de la red de transporte y el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte que son introducidos por un usuario; o

35 adquirir por el controlador, mediante el uso de un canal de control establecido con cada uno de los nodos en la red de transporte, la información de topología de la red de transporte y el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte.

40 4. El método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la adquisición por el controlador, mediante el uso de un canal de control establecido con cada uno de los nodos en la red de transporte, de la información de topología de la red de transporte y el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en el transporte comprende:

establecer, por el controlador, el canal de control a cada uno de los nodos en la red de transporte; y

recoger, por el controlador, la información de topología de la red de transporte utilizando el canal de control y recibir, mediante el canal de control, el comportamiento atómico que está soportado y es enviado por cada uno de los nodos en la red de transporte.

45 5. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el comportamiento atómico comprende: una ubicación configurable y un contenido configurable del comportamiento atómico; y

el envío (S103), por parte del controlador, de un mensaje que comprende el comportamiento atómico al por lo menos un nodo correspondientemente, de manera que cada uno de los nodos ejecute el comportamiento atómico comprendido en el mensaje, para configurar el plano de transporte comprende:

enviar, por el controlador, un mensaje que comprende la ubicación configurable y el contenido configurable del comportamiento atómico al por lo menos un nodo correspondientemente, de manera que cada uno de los nodos configura el plano de transporte de acuerdo con la ubicación configurable y el contenido configurable del comportamiento atómico.

- 5 6. Un controlador (10), que comprende:
- un módulo de recepción (801) configurado para recibir un mensaje de petición de control de un camino;
- un módulo de determinación (802) configurado para determinar de acuerdo con la información de topología de una red de transporte y un comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte, por lo menos, un nodo a través del cual pasa el camino en la red de transporte y, por lo menos, un comportamiento atómico que el por lo menos un nodo necesita ejecutar; y
- 10 un módulo de envío (803) configurado para enviar un mensaje de configuración de camino que comprende un comportamiento atómico al por lo menos un nodo correspondientemente, de manera que cada uno de los nodos configura un plano de transporte para ejecutar el comportamiento atómico comprendido en el mensaje, para implementar una petición de función de transporte en el mensaje de petición de control;
- 15 en donde el comportamiento atómico es una acción básica que forma una función que puede ser completada por un nodo;
- y en donde el módulo de determinación (802) comprende:
- una unidad de invocación (110), configurada para invocar un complemento de control de acuerdo con el mensaje de petición de control, en donde el complemento de control se utiliza para calcular de acuerdo con la información de topología de la red de transporte por lo menos un nodo a través del cual pasa el camino; y
- 20 una unidad de determinación (120), configurada para determinar, de acuerdo con el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte, el por lo menos un comportamiento atómico que el por lo menos un nodo necesita ejecutar.
7. El controlador de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende además:
- 25 un módulo de adquisición (804) configurado para adquirir la información de topología de la red de transporte y el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte.
8. El controlador de acuerdo con la reivindicación 7, en donde el módulo de adquisición (804) está configurado específicamente para recibir la información de topología de la red de transporte y el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte, que son introducidos por un usuario; o
- 30 adquirir utilizando un canal de control establecido con cada uno de los nodos en la red de transporte, la información de topología de la red de transporte y el comportamiento atómico que está soportado por cada uno de los nodos en la red de transporte.
9. El controlador de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el módulo de adquisición (804) comprende:
- 35 una unidad de establecimiento (901) configurada para establecer el canal de control a cada uno de los nodos en la red de transporte;
- una unidad de recogida (902) configurada para recoger la Información de topología de la red de transporte utilizando el canal de control; y
- una unidad receptora (903) configurada para recibir utilizando el canal de control, el comportamiento atómico que está soportado y es enviado por cada uno de los nodos en la red de transporte.
- 40 10. Controlador según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, en donde el mensaje de petición de control del camino comprende:
- un mensaje de petición de establecimiento del camino, un mensaje de petición de modificación del camino, un mensaje de petición de eliminación del camino o un mensaje de petición de re-encaminamiento del camino.
- 45 11. El controlador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, en donde el módulo de envío (803) está configurado específicamente para enviar un mensaje que comprende una ubicación configurable y un contenido configurable del comportamiento atómico al por lo menos un nodo de manera correspondiente, de manera que cada

uno de los nodos configura el plano de transporte de acuerdo con la ubicación configurable y el contenido configurable del comportamiento atómico.

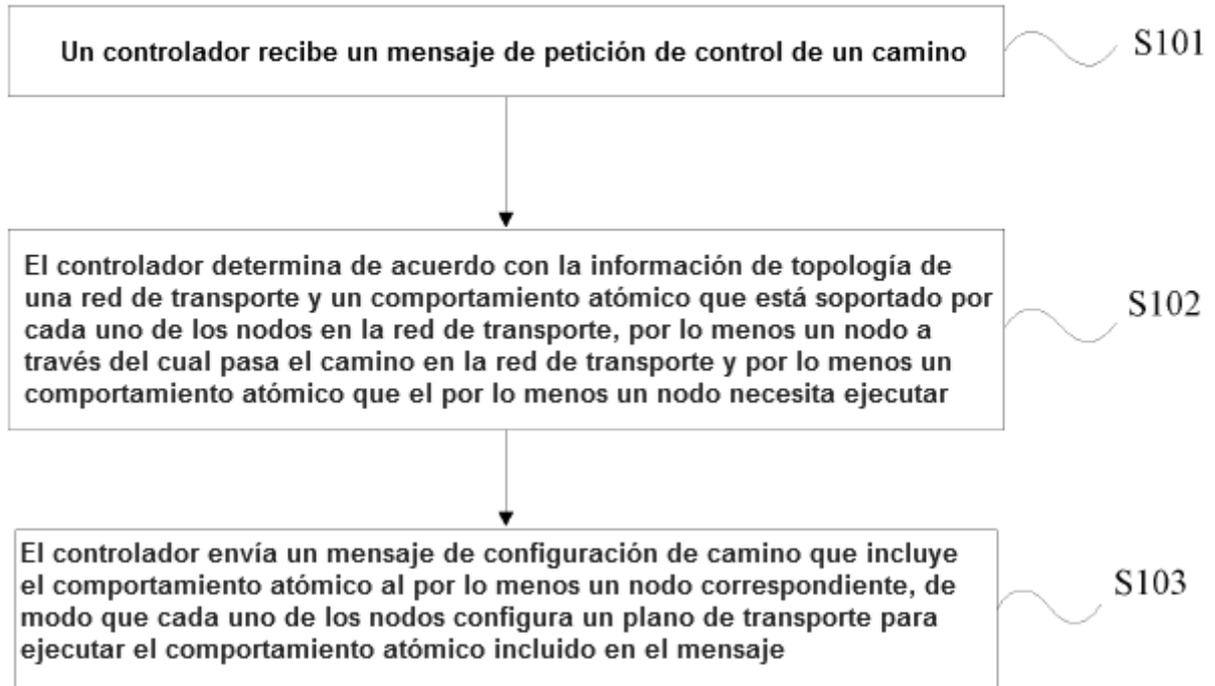


FIG. 1

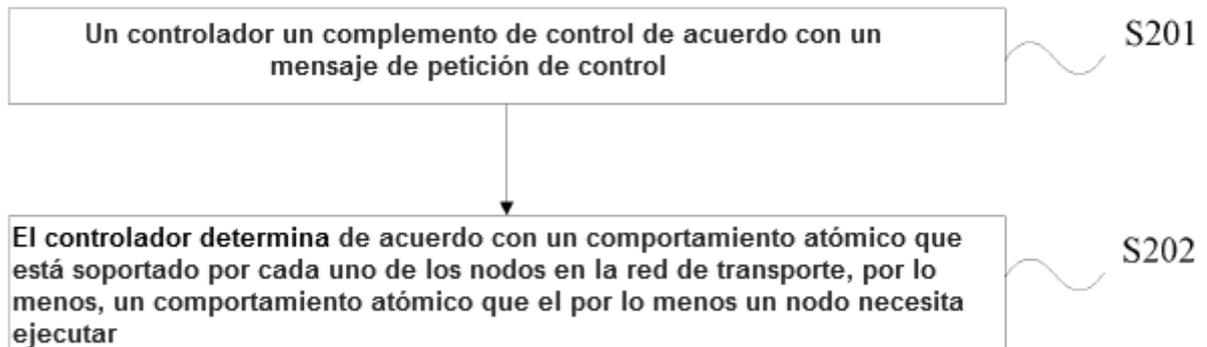


FIG. 2

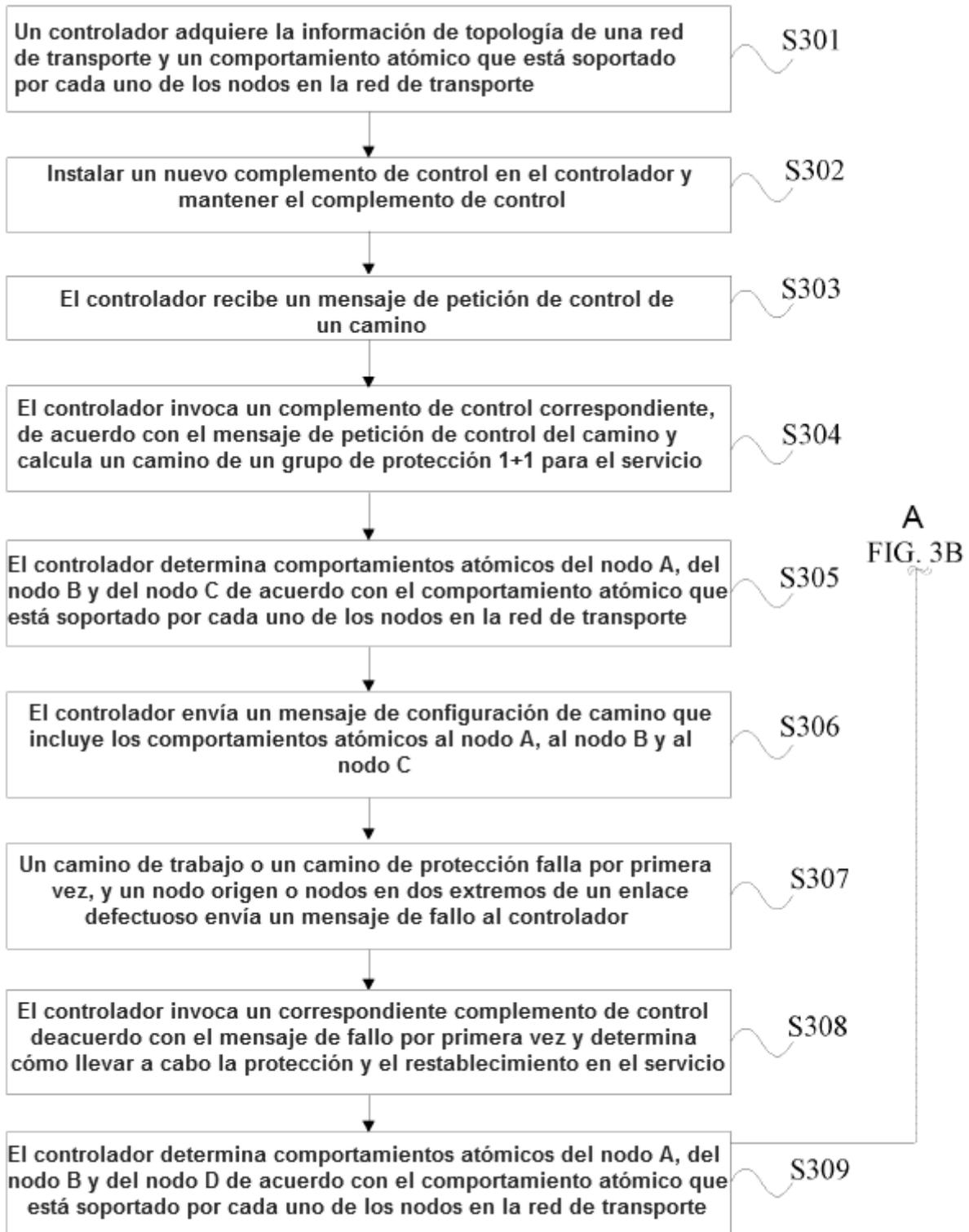


FIG. 3A

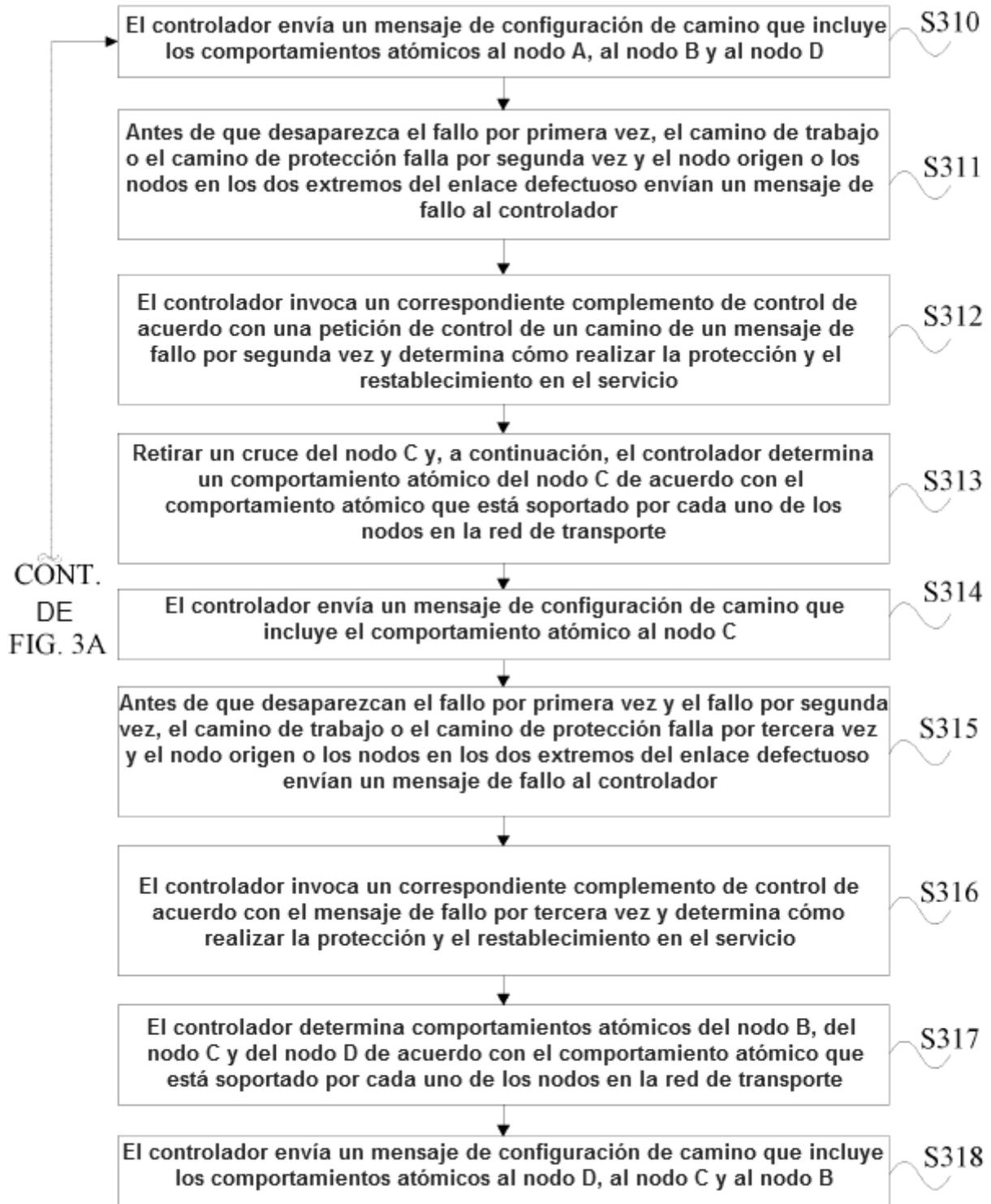


FIG. 3B

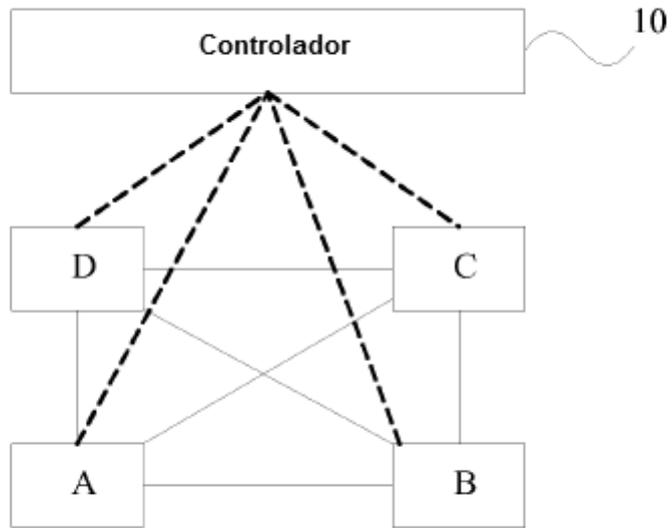


FIG. 4

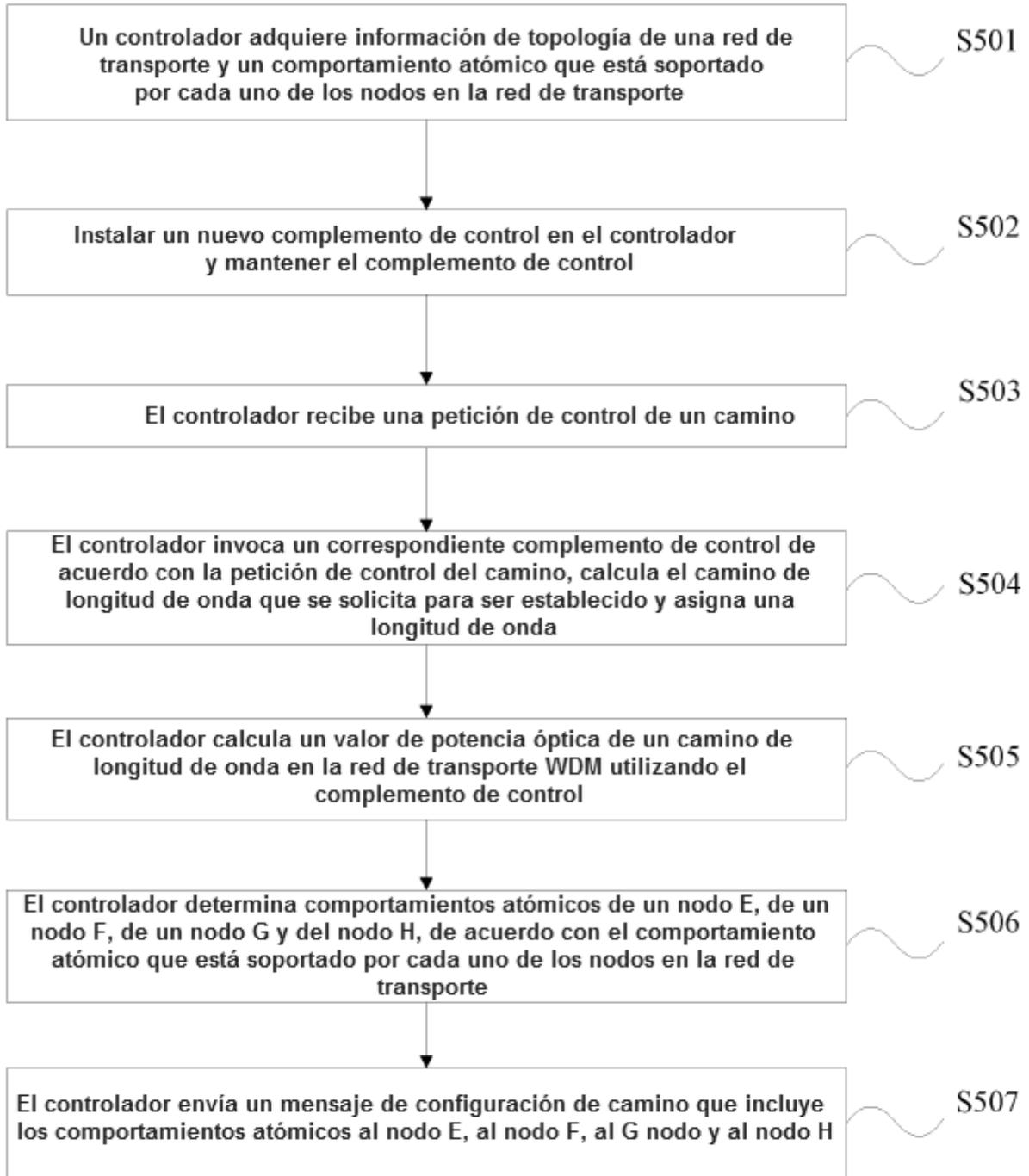


FIG. 5

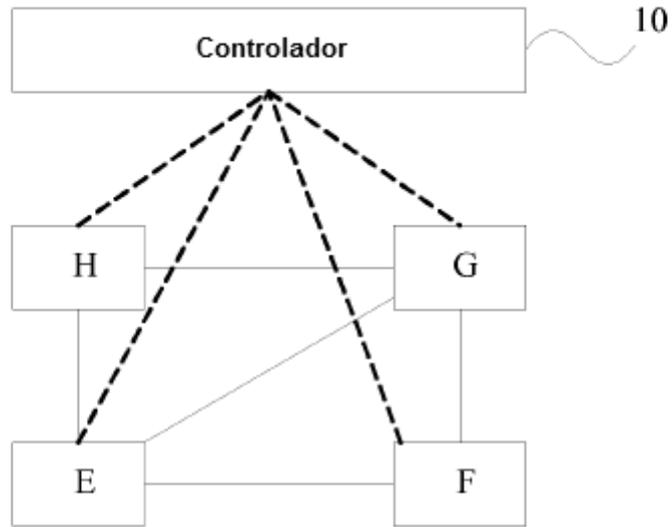


FIG. 6

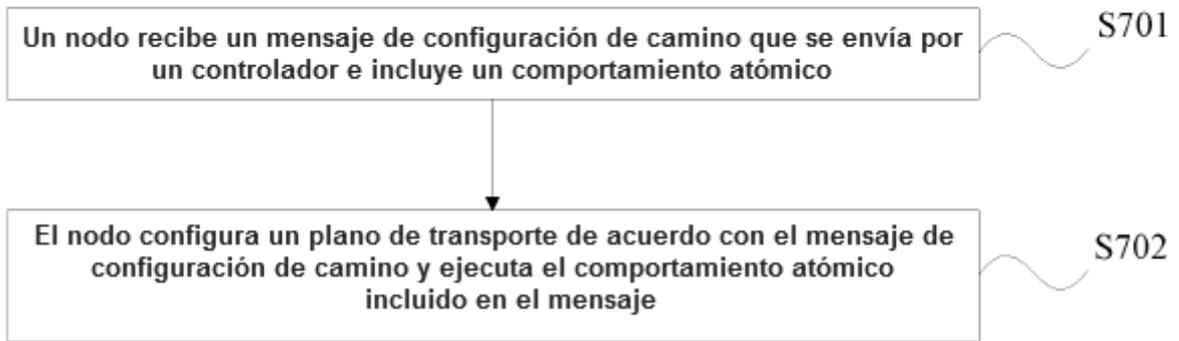


FIG. 7

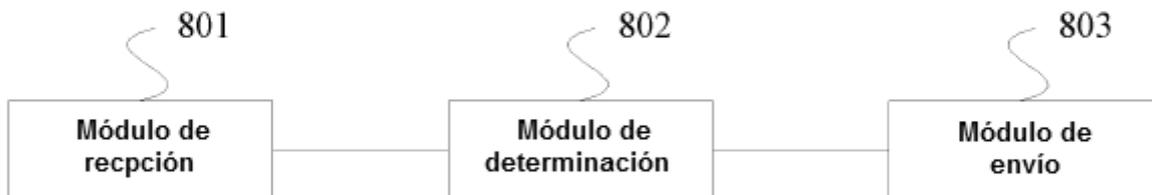


FIG. 8

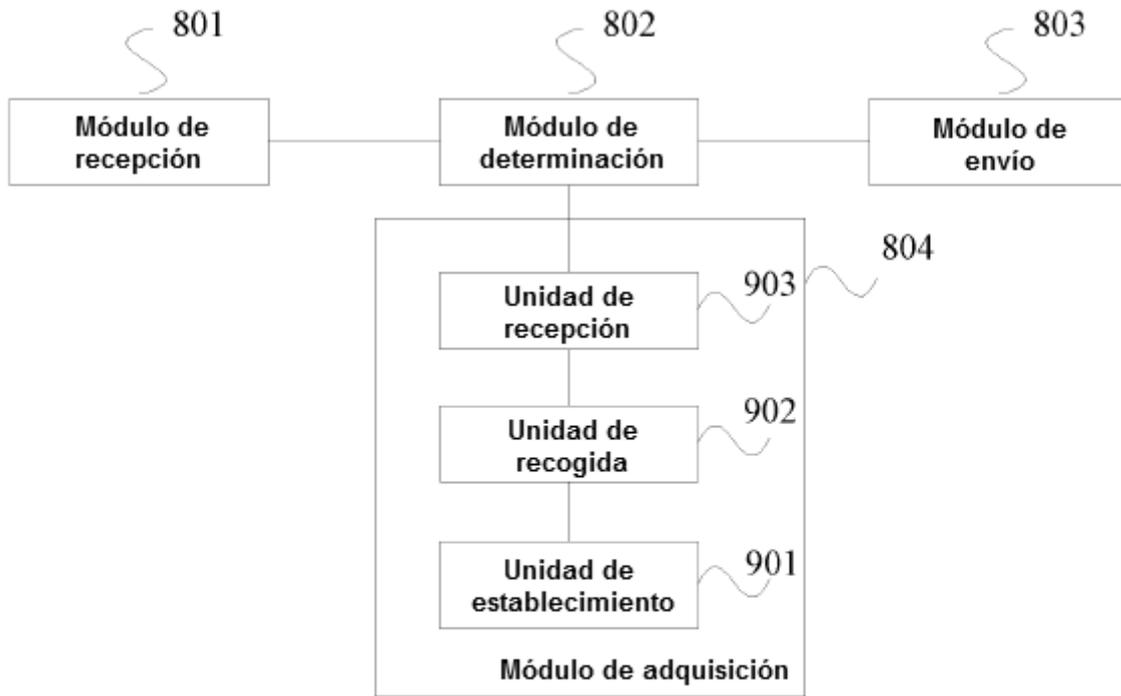


FIG. 9

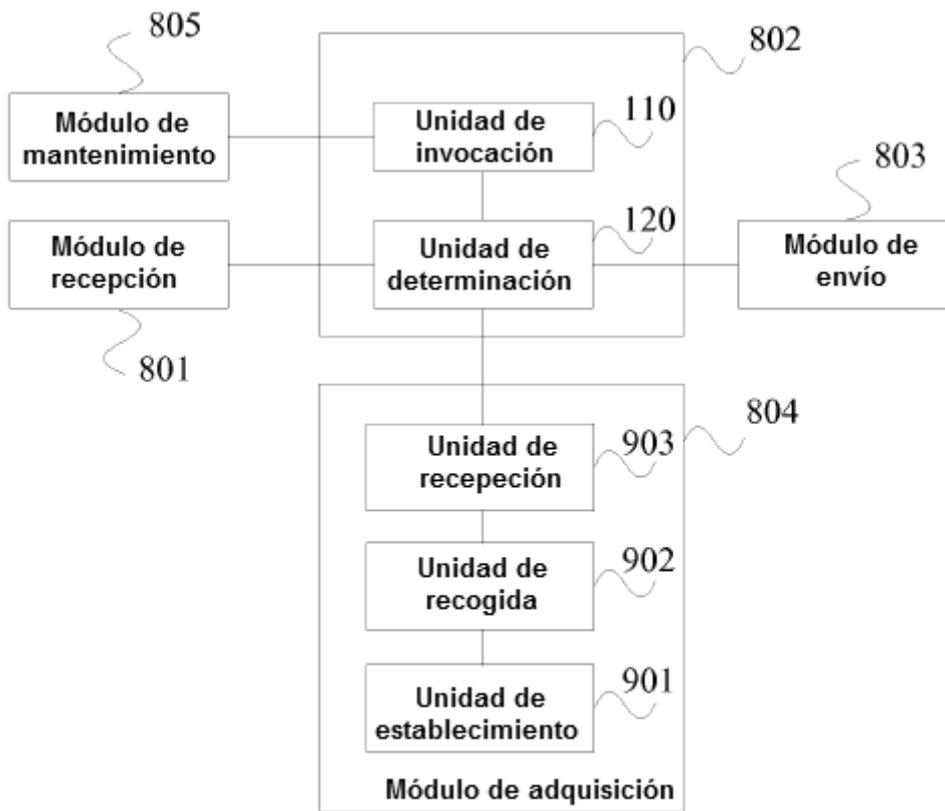


FIG. 10

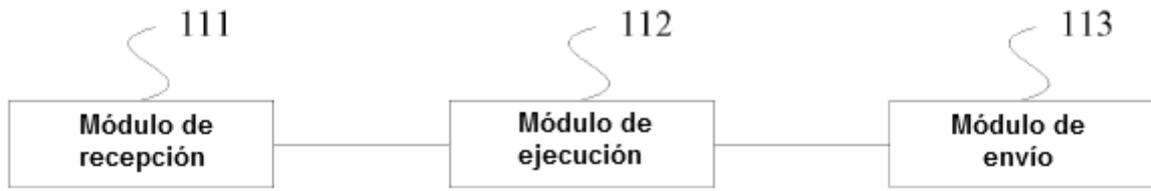


FIG. 11



FIG. 12



FIG. 13